
**Normes de formation
en établissement d'enseignement**

**Technicien ou technicienne en
instrumentation et contrôle**

Niveau 2

447A

**Normes de formation
en établissement d'enseignement**

**Technicien ou technicienne en
instrumentation et contrôle**

Niveau 2

447A

Date d'élaboration : novembre 2007
Date d'impression : novembre 2008

ISBN 978-1-4249-8229-5 (Version imprimée)
ISBN 978-1-4249-8230-1 (PDF)

♻️ Imprimé sur du papier recyclé

© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2008

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
Résumé du programme – sujets obligatoires	2
S0375 Théorie de l'électricité et calculs liés au métier II	3
S0375.1 Notions élémentaires de magnétisme	4
S0375.2 Dispositifs magnétiques	6
S0375.3 Condensateurs, inducteurs et dispositifs à résistance	7
S0375.4 Moteurs et génératrices à courant alternatif	8
S0375.5 Moteurs et génératrices à courant continu	11
Matériel recommandé pour S0375	13
S0376 Instrumentation II	14
S0376.1 Matériel d'essai d'instruments	15
S0376.2 Mesure de la pression	16
S0376.3 Mesure du niveau	18
S0376.4 Mesure de la température	20
S0376.5 Mesure du débit	22
S0376.6 Mesure de processus secondaires	24
Matériel recommandé pour S0376	26
S0377 Instrumentation de commande II	28
S0377.1 Dispositifs de commande finale	29
S0377.2 Notions élémentaires des systèmes de commande	31
S0377.3 Positionneurs de soupape	33
S0377.4 Dépannage des soupapes de commande	34
Matériel recommandé pour S0377	35
S0378 Commande point à point	36
S0378.1 Introduction aux commandes point à point	37
S0378.2 Schémas électriques des systèmes de commande	39
S0378.3 Câblage des systèmes de commande point à point	40
Matériel recommandé pour S0378	41

S0379	Systèmes de commande informatisés.....	42
S0379.1	Introduction aux systèmes de commande répartis (DCS), aux automates programmables (PLC) et aux systèmes d'acquisition et de contrôle des données (SCADA)	43
S0379.2	Circuits électriques et diagrammes en escalier.....	45
S0379.3	Configuration et programmation	46
S0379.4	Dépannage des systèmes de commande.....	47
S0379.5	Configuration de systèmes, interfaçage et communications	48
	Matériel recommandé pour S0379	49
	Résumé du matériel recommandé pour le niveau II.....	50

Introduction

Le présent programme de formation à l'intention des techniciens et techniciennes en instrumentation et contrôle a été réalisé en tenant compte des directives de format général établies par le ministère de la Formation et Collèges et Universités (MFCU) à partir des objectifs de rendement relatifs au métier. Le programme de formation donne un aperçu du contenu nécessaire pour progresser de façon appropriée à tous les niveaux du programme d'apprentissage en établissement pour les techniciens et techniciennes en instrumentation et contrôle.

Il indique, à titre de référence, le temps alloué à chaque unité et sujet obligatoire, ainsi que la répartition entre la théorie et la pratique pour l'atteinte des objectifs d'apprentissage.

L'apparition constante de nouvelles techniques et de matériel plus complexe accroît la demande de techniciens d'entretien qui non seulement sont compétents sur le plan de la pratique du métier, mais qui en plus possèdent de solides connaissances théoriques en matière de diagnostic et d'entretien. Le programme de formation a été élaboré pour dispenser ces connaissances théoriques et pour offrir des applications pratiques qui complètent l'expérience de travail des techniciens et techniciennes en instrumentation et contrôle.

Ce programme a été conçu afin de donner plus de souplesse au formateur et lui permettre d'innover sans trop dévier du contenu. Compte tenu de la portée du programme obligatoire de formation, les apprentis et les apprenties devront compléter les connaissances acquises par le biais de travaux réguliers en dehors des heures de cours.

Le programme fournit des références spécifiques aux normes de formation par apprentissage au travail. Bien que les objectifs de rendement final dans les normes de formation aient été liés respectivement aux résultats d'apprentissage en établissement et au rendement par rapport aux objectifs d'apprentissage, les employeurs ne devraient pas s'attendre à ce que tous les aspects des objectifs soient abordés à fond. La formation en établissement se concentre principalement sur les connaissances et les compétences de base requises pour maîtriser les résultats d'apprentissage respectifs décrits dans le calendrier de formation. Les employeurs doivent veiller à ce que ces objectifs soient complètement atteints par la mise en pratique des connaissances obligatoires acquises en établissement en situation de travail.

On évaluera régulièrement les résultats d'apprentissage de l'apprenti ou de l'apprentie, à la fois sur les plans pratique et théorique, tout au long du programme.

Résumé du programme - sujets obligatoires

Numéro	Sujets obligatoires	Heures totales	Heures théorie	Heures pratique
S0375	Théorie de l'électricité et calculs liés au métier II	48	36	12
S0376	Instrumentation II	63	30	33
S0377	Instrumentation de commande II	54	29	25
S0378	Commande point à point	36	16	20
S0379	Systèmes de commande informatisés	39	14	25
	Total	240	125	115

Résumé du programme par sujets obligatoires, évaluation et tests

Numéro : **S0375**

Titre : **Théorie de l'électricité et calculs liés au métier II**

Durée : Heures totales : 48

Théorie : 36 heures

Pratique : 12 heures

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Structure d'évaluation :

- Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique pertinente
- Examen final à la fin de la session
- Tests périodiques

Examen théorique 50 %

Exercices pratiques 20 %

Évaluation finale 30 %

Sujet obligatoire

Numéro : S0375.1

Titre : Notions élémentaires de magnétisme

Durée : Heures totales : 6

Théorie : 4

Pratique : 2

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6423.0, 6424.0, 6425.0, 6426.0, 6427.0, 6428.0, 6429.0, 6430.0, 6431.0, 6432.0, 6433.0, 6434.0

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de définir les notions élémentaires de magnétisme et de résoudre les problèmes de fonctionnement des transformateurs.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 1.1 Définir les notions élémentaires du magnétisme permanent.
- 1.2 Définir les notions élémentaires de l'électromagnétisme.
- 1.3 Résoudre les problèmes relatifs à l'énergie magnétique dans les transformateurs.

- 1.4 Définir les notions élémentaires du magnétisme permanent.
- Définir et observer les caractéristiques du magnétisme permanent :
 - propriétés des aimants permanents;
 - effet des pôles magnétiques;
 - champs magnétiques;
 - propriétés du magnétisme.
- 1.5 Définir les notions élémentaires de l'électromagnétisme.
- Définir et observer les caractéristiques de l'électromagnétisme :
 - propriétés des électroaimants;
 - effet des champs magnétiques sur les conducteurs;
 - principes d'induction de la tension;
 - effets du mouvement sur la tension induite;
 - facteurs influant sur la tension induite;
 - loi de Lenz;
 - création et effets des courants de Foucault.
 - Décrire le flux magnétique et la densité du flux magnétique.
 - Expliquer la loi d'Ohm telle qu'elle s'applique aux circuits magnétiques.
- 1.6 Résoudre les problèmes relatifs à l'énergie magnétique dans les transformateurs :
- puissances nominales;
 - rapport du nombre de tours;
 - effets de la fréquence.

Numéro : S0375.2

Titre : Dispositifs magnétiques

Durée : Heures totales : 6

Théorie : 6

Pratique : 0

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6429.01, 6429.02, 6429.03, 6429.04, 6429.05, 6429.06, 6429.07, 6429.08, 6429.09, 6429.10

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de décrire le fonctionnement de dispositifs magnétiques comme les solénoïdes et les relais et d'effectuer les calculs d'inductance conformément aux recommandations des fabricants.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 2.1 Décrire les caractéristiques du fonctionnement des dispositifs magnétiques.
 - Solénoïdes
 - Relais
 - Transformateurs différentiels à variation linéaire (LVDT)
- 2.2 Énumérer et expliquer les facteurs influant sur l'ampleur et la direction d'une force électromagnétique induite dans des monoconducteurs et des bobines.
- 2.3 Décrire les facteurs qui influent sur l'inductance et effectuer les calculs connexes.
 - Inductance
 - Circuits RL

Numéro : S0375.3

Titre : Condensateurs, inducteurs et dispositifs à résistance

Durée : Heures totales : 16

Théorie : 10

Pratique : 6

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation : 6423.0, 6424.0, 6425.0, 6426.0, 6427.0, 6428.0, 6429.16, 6429.18, 6430.01, 6431.0, 6432.0, 6433.0, 6434.0

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de monter des circuits et de vérifier les caractéristiques de fonctionnement des condensateurs, inducteurs et dispositifs à résistance utilisés dans les moteurs à c.c. et à c.a., les réseaux à impédance et les circuits polyphasés, et est en mesure de choisir les matériaux liés au métier.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 3.1 Décrire les effets de la tension et du courant alternatifs dans un dispositif à résistance.
- 3.2 Décrire les caractéristiques d'une bobine branchée à une source de courant alternatif.
- 3.3 Décrire l'inductance et les caractéristiques d'une bobine branchée à une source de courant continu.
- 3.4 Décrire la capacité et les caractéristiques d'un condensateur branché à une source de courant continu.
- 3.5 Décrire les caractéristiques d'un condensateur branché à une source de courant alternatif.
- 3.6 Décrire et expliquer les circuits résonnants (RLC).
- 3.7 Monter et vérifier des circuits RC, RL et RLC.

Numéro : S0375.4

Titre : Moteurs et génératrices à courant alternatif

Durée : Heures totales : 14

Théorie : 10

Pratique : 4

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation : 6423.0, 6424.0, 6425.0, 6426.0, 6427.0, 6428.0, 6429.16, 6429.18, 6430.01, 6431.0, 6432.0, 6433.0, 6434.0

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de décrire la construction et les caractéristiques de fonctionnement des moteurs et des génératrices à courant alternatif conformément au cahier des charges et aux recommandations du fabricant.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 4.1 Définir les notions élémentaires des moteurs à c.a. et leur utilisation dans les systèmes d'instrumentation et de contrôle.
- 4.2 Reconnaître les composants utilisés dans les moteurs à induction à cage monophasés et triphasés.
- 4.3 Expliquer les principes de fonctionnement des moteurs à c.a. dans les systèmes d'instrumentation et de contrôle.
- 4.4 Expliquer les principes de fonctionnement des moteurs à induction à cage monophasés et triphasés.
- 4.5 Décrire les moteurs à c.a.
- 4.6 Définir les notions élémentaires des génératrices à c.a. à l'égard des systèmes d'instrumentation et de contrôle.

- 4.7 Définir les notions élémentaires des moteurs à c.a. et leur utilisation dans les systèmes d'instrumentation et de contrôle.
- Action du moteur (c.a.)
 - Champ tournant
 - Rotation de l'induit
 - Moteur à c.a. simple
- 4.8 Reconnaître les composants utilisés dans les moteurs à induction à cage monophasés et triphasés.
- Moteurs à induction monophasés :
 - carters;
 - induits;
 - bagues et paliers;
 - brosses et ressorts;
 - enroulements.
 - Moteurs à induction triphasés :
 - carters;
 - induits;
 - bagues et paliers;
 - brosses et ressorts;
 - enroulements.
- 4.9 Expliquer les principes de fonctionnement des moteurs à c.a. dans les systèmes d'instrumentation et de contrôle.
- Caractéristiques de rendement des moteurs à c.a. :
 - couple;
 - appel de courant.
 - Décrire une onde sinusoïdale, calculer la moyenne quadratique et les valeurs moyennes, maximales et instantanées.
- 4.10 Expliquer les principes de fonctionnement des moteurs à induction à cage monophasés et triphasés.
- Moteurs à induction monophasés
 - Moteurs à induction triphasés
- 4.11 Décrire les moteurs à c.a.
- 4.12 Définir les notions élémentaires des génératrices à c.a. à l'égard des systèmes d'instrumentation et de contrôle.
- Électromagnétisme relatif à l'action génératrice du moteur :
 - induction;
 - facteurs déterminant la FEM induite;
 - effets du mouvement sur le sens du courant.

- Expliquer les caractéristiques de la fabrication des génératrices à c.a. destinées aux systèmes d'instrumentation et de contrôle :
 - enroulements;
 - pôles inducteurs;
 - bagues collectrices;
 - induit;
 - brosses, ressorts et supports.
- Expliquer les caractéristiques de fonctionnement des génératrices à c.a. destinées aux systèmes d'instrumentation et de contrôle :
 - sens de la tension induite;
 - règle de la main droite de Fleming;
 - tension et courant induits;
 - forme d'onde de la tension de sortie;
 - commutation.
- Expliquer et calculer les degrés de fréquence, électriques et mécaniques.

Numéro : S0375.5

Titre : Moteurs et génératrices à courant continu

Durée : Heures totales : 6

Théorie : 6

Pratique : 0

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation : 6423.0, 6424.0, 6425.0, 6426.0, 6427.0, 6428.0, 6429.16, 6429.18, 6430.01, 6431.0, 6432.0, 6433.0, 6434.0

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de décrire la construction et les caractéristiques de fonctionnement des moteurs et des génératrices à courant continu conformément au cahier des charges et aux recommandations du fabricant.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 5.1 Définir les notions élémentaires et les applications des moteurs et génératrices à courant continu.
- 5.2 Décrire les caractéristiques de construction des moteurs et des génératrices à courant continu.
- 5.3 Expliquer les principes de fonctionnement des moteurs et des génératrices à courant continu.

- 5.4 Définir les notions élémentaires et les applications des moteurs et des génératrices à courant continu.
- Décrire et expliquer le fonctionnement et les caractéristiques des moteurs et des génératrices à courant continu.
- 5.5 Décrire les caractéristiques de construction des moteurs et des génératrices à courant continu.
- Circuits d'une génératrice à c.c. :
 - commutateur;
 - armature principale;
 - éléments des pôles inducteurs;
 - induit;
 - types d'enroulements inducteurs, en série, en dérivation et mixtes.
 - Données inscrites sur la plaque signalétique
- 5.6 Expliquer les principes de fonctionnement des moteurs et des génératrices à courant continu.
- Tracer l'intensité de courant dans le circuit du moteur.

S0375 : Matériel Minimal Exigé

- Assortiment de condensateurs, inducteurs, transformateurs et moteurs à c.a. et c.c.
- Multimètre numérique – pour mesurer la tension (c.c., c.a.) et l'intensité du courant en mA (c.c.) et en A (c.a.)
- Oscilloscope et sonde X10
- Bloc d'alimentation c.c. à tension variable – 0 à 40 V c.c.
- Source d'alimentation 120 V c.a.
- Résistances assorties
- Carte prototype – circuiterie
- Ampèremètre à pince
- Aimants permanents
- Fil de connexion
- Tournevis standard et cruciforme, pinces à tranchant latéral, pinces à dénuder et fer à souder

Numéro : **S0376**

Titre : **Instrumentation II**

Durée : Heures totales : 63

Théorie : 30 heures

Pratique : 33 heures

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Structure d'évaluation :

Examen théorique 35 %

Exercices pratiques 35 %

Évaluation finale 30 %

Numéro : S0376.1

Titre : Matériel d'essai d'instruments

Durée : Heures totales : 5

Théorie : 1

Pratique : 4

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation : 6422.01, 6422.02, 6423.09, 6424.02, 6424.05, 6424.08, 6424.11, 6424.14, 6425.02, 6426.02

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable d'étalonner des dispositifs de mesure des processus en utilisant le matériel d'essai approprié conformément au cahier des charges et aux recommandations du fabricant.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 1.1 Distinguer les types de matériel d'essai d'instruments et leurs applications.
 - Étalonneur de courant
 - Boucles de courant
 - Fonctionnement d'une source de courant
 - Étalonnage des instruments :
 - tension;
 - fréquence;
 - pression;
 - température.
- 1.2 Décrire les caractéristiques de fonctionnement du matériel d'essai d'instruments.
- 1.3 Étalonner des dispositifs de mesure des processus à l'aide du matériel d'essai d'instruments approprié.

Numéro : S0376.2

Titre : Mesure de la pression

Durée : Heures totales : 12

Théorie : 6

Pratique : 6

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6424.10, 6424.11, 6424.12

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de câbler, brancher, vérifier et étalonner les dispositifs de mesure de la pression utilisés dans les systèmes d'instrumentation et de contrôle conformément aux recommandations du fabricant.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 2.1 Énoncer les notions élémentaires de mesure de la pression et décrire les caractéristiques des dispositifs utilisés à cette fin.
 - Expliquer les points à considérer lors de l'utilisation de dispositifs de mesure de la pression.
 - Énoncer les lois des gaz de Charles, de Pascal et de Boyle et la loi sur les gaz combinés.
- 2.2 Expliquer les principes de fonctionnement des dispositifs de mesure de la pression.
 - Énumérer et décrire les dispositifs de prétraitement des signaux auxiliaires.
 - Indiquer comment protéger les capteurs de pression dans les milieux dangereux.

2.3 Câbler, brancher et étalonner des instruments de mesure de la pression conformément aux normes prescrites.

- Étalonner l'instrumentation pour des dispositifs de mesure de la pression.
- Câbler et brancher des instruments de mesure de la pression.

Numéro : S0376.3

Titre : Mesure du niveau

Durée : Heures totales : 10

Théorie : 5

Pratique : 5

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6424.07, 6424.08, 6424.09

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de câbler, brancher, vérifier et étalonner les dispositifs de mesure du niveau utilisés dans les systèmes d'instrumentation et de contrôle conformément aux recommandations du fabricant.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 3.1 Énoncer les notions élémentaires de mesure du niveau et décrire les caractéristiques des dispositifs utilisés à cette fin :
 - appareils à ultrasons;
 - radar;
 - laser;
 - matériel nucléaire;
 - systèmes de contrepoids (jauges de contrainte, cellules de pesage);
 - flottabilité.
- 3.2 Expliquer les principes de fonctionnement des dispositifs de mesure du niveau.
 - Indiquer comment protéger les capteurs de niveau dans les milieux dangereux.
 - Expliquer les facteurs qui ont une incidence sur la mesure du niveau comme la densité relative, l'emplacement du matériel et la pression.

- Expliquer les points à considérer lors de l'utilisation de dispositifs de mesure du niveau.
 - Décrire les systèmes de contrepoids utilisés pour mesurer le niveau, comme les jauges de contrainte et les cellules de pesage.
- 3.3 Câbler, brancher et étalonner des instruments de mesure du niveau conformément aux normes prescrites.
- Étalonner l'instrumentation pour des dispositifs de mesure du niveau.
 - Câbler et brancher des instruments de mesure du niveau.

Numéro : S0376.4

Titre : Mesure de la température

Durée : Heures totales : 10

Théorie : 5

Pratique : 5

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6424.04, 6424.05, 6424.06

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de câbler, brancher, vérifier et étalonner les dispositifs de mesure de la température utilisés dans les systèmes d'instrumentation et de contrôle conformément aux recommandations du fabricant.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 4.1 Énoncer les notions élémentaires de mesure de la température et décrire les caractéristiques des dispositifs utilisés à cette fin.
 - Indiquer les unités courantes d'énergie calorifique.
 - Expliquer la capacité thermique spécifique d'un liquide.
 - Expliquer les échelles de température et indiquer leur facteur de conversion.
- 4.2 Expliquer les principes de fonctionnement des dispositifs de mesure de la température.
 - Expliquer les caractéristiques physiques des thermomètres à rayonnement infrarouge et des pyromètres à disparition de filament.

- Expliquer le principe de fonctionnement d'éléments de mesure de la température tels que :
 - les capteurs de température à résistance;
 - les thermistances;
 - les champs thermiques;
 - les semiconducteurs;
 - les détecteurs bilames.
 - Décrire la fonction et l'utilisation des puits thermométriques.
 - Décrire les circuits de mesure des thermocouples.
 - Expliquer les points à considérer pour l'utilisation de différents types de thermocouples dans différents milieux.
 - Expliquer les points à considérer lors de l'utilisation de dispositifs de mesure de la température.
 - Énumérer et décrire les dispositifs de prétraitement des signaux auxiliaires.
- 4.3 Câbler, brancher et étalonner des instruments de mesure de la température conformément aux normes prescrites.
- Étalonner l'instrumentation pour des dispositifs de mesure de la température.
 - Câbler et brancher des instruments de mesure de la température.

Numéro : S0376.5

Titre : Mesure du débit

Durée : Heures totales : 16

Théorie : 8

Pratique : 8

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6424.01, 6424.02, 6424.03

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de câbler, brancher, vérifier et étalonner les dispositifs de mesure du débit utilisés dans les systèmes d'instrumentation et de contrôle conformément aux recommandations du fabricant.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 5.1 Énoncer les notions élémentaires de mesure du débit et décrire les caractéristiques des dispositifs utilisés à cette fin :
 - unités courantes de mesure du débit;
 - débitmètres;
 - débitmètres magnétiques;
 - débitmètres mécaniques;
 - compteurs à déplacement positif.
- 5.2 Expliquer les principes de fonctionnement des dispositifs de mesure du débit.
 - Expliquer les points à considérer lors de l'utilisation de dispositifs de mesure du débit.
 - Énumérer et décrire les dispositifs de prétraitement des signaux auxiliaires.
 - Indiquer comment protéger les capteurs de débit dans les milieux dangereux.
 - Expliquer les facteurs qui ont une incidence sur le débit comme la viscosité, l'emplacement de l'appareil de mesure et le fluide.
 - Expliquer le fonctionnement et l'utilisation des lignes de transmission d'impulsion et des collecteurs à trois valves.

- 5.3 Câbler, brancher et étalonner des instruments de mesure du débit conformément aux normes prescrites.
- Étalonner l'instrumentation pour des dispositifs de mesure du débit.
 - Câbler et brancher des instruments de mesure du débit.

Numéro : S0376.6

Titre : Mesure de processus secondaires

Durée : Heures totales : 10

Théorie : 5

Pratique : 5

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6424.13, 6424.14, 6424.15

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de câbler, brancher, vérifier et étalonner les dispositifs de mesure de processus secondaires utilisés dans les systèmes d'instrumentation et de contrôle conformément aux recommandations du fabricant.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

6.1 Énoncer les notions élémentaires de mesure de processus secondaires et décrire les caractéristiques des dispositifs utilisés à cette fin :

- densité;
- viscosité;
- poids;
- vibrations;
- turbidité;
- opacité;
- humidité;
- vitesse;
- position;
- consistance;
- pH.

- 6.2 Expliquer les principes de la mesure de processus secondaires.
- Énumérer et décrire les dispositifs de prétraitement des signaux auxiliaires.
 - Indiquer comment protéger les capteurs de pression dans les milieux dangereux.
- 6.3 Câbler, brancher et étalonner des instruments de mesure de processus secondaires conformément aux normes prescrites.
- Étalonner l'instrumentation pour des dispositifs de mesure de processus secondaires.
 - Câbler et brancher des instruments de mesure de processus secondaires.

S0376 : Matériel Minimal Exigé

- Tubes en cuivre pour instruments, ¼ po
- Cintreuse à tubes, coupe-tube et alésoir à tubes
- Raccords pour tubes, raccords à compression et soupapes manuelles
- Tournevis standard et cruciformes, multimètre numérique, clé à molette, clés Allen, étalonneur de pression, appareil d'essai à contrepoids, étalonneur de courant, lunettes de sécurité, fil de connexion, pinces à tranchant latéral, pinces à dénuder, fer à souder
- Étalons de mesure de la pression – manomètres à tube incliné et en U, étalonneur de pression $\pm 0,25$ %, appareil d'essai à contrepoids et manomètres étalons
- Régulateur de pression
- Alimentation en air comprimé (2,5 pi³/min à 90 lb/po² minimum)
- Assortiment de manomètres – (0 à 100 lb/po² de pression manométrique, 30 po de Hg à vide à 30 lb/po² de pression nanométrique, colonne d'eau en po ou en cm), tubes de Bourdon, manomètre Magnehelic
- Assortiment de pressostats – (0 à 100 lb/po² de pression manométrique)
- Assortiment d'émetteurs de pression (colonne d'eau de 25 à 250 po, 0 à 30 lb/po² de pression manométrique) 4 à 20 mA
- Assortiment de contacteurs de niveau
- Assortiment d'émetteurs de niveau
- Assortiment d'indicateurs de température (thermomètres en verre, détecteurs bilames, IR sans contact)
- Assortiment de capteurs de température
- Assortiment de thermocontacts
- Assortiment d'émetteurs de température
- Indicateurs de débit – rotamètres
- Assortiment de commutateurs de débit

- Assortiment de transmetteurs de débit (Bernoulli, débitmètre électromagnétique, volumétriques, etc.)
- Bloc d'alimentation c.c. (minimum de 24 V c.c. à 100 mA)
- Tubes en acier et jeu de tarauds et blocs de matrice ($\frac{1}{4}$ po à 1 po), assortiment de raccords de tubes
- Étalonneurs d'instrumentation (courant, millivolts, pression)
- Oscilloscopes
- Compteurs de fréquence
- Générateurs de fonction
- Multimètre numérique – pour mesurer la tension (c.c., c.a.) et l'intensité du courant en mA (c.c.) et en A (c.a.)
- Bloc d'alimentation c.c. à tension variable – 0 à 40 V c.c.
- Assortiment d'analyseurs (pH/rH, turbidité, conductivité, DO, etc.)

Numéro : **S0377**

Titre : **Instrumentation de commande II**

Durée : Heures totales : 54

Théorie : 29 heures Pratique : 25 heures

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Structure d'évaluation :

Examen théorique 40 %

Exercices pratiques 30 %

Évaluation finale 30 %

Numéro : S0377.1

Titre : Dispositifs de commande finale

Durée : Heures totales 12

Théorie : 8

Pratique : 4

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6429.01, 6429.02, 6429.03, 6429.04, 6429.05, 6429.06, 6429.07, 6429.08, 6429.09, 6429.10, 6429.11, 6429.12, 6429.13, 6429.14, 6429.15, 6429.16, 6429.17, 6429.18

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de monter, de démonter et de sélectionner différents types d'électrovalves et d'en établir la course et les dimensions conformément aux recommandations du fabricant.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 1.1 Distinguer différents types de soupapes de commande et d'actionneurs et en définir les applications.
 - Corps de soupapes de commande et leur contexte d'utilisation
 - Éléments internes et leur contexte d'utilisation
 - Garnitures de soupape et leur contexte d'utilisation
 - Guides de soupape
 - Soupapes à autorégulation :
 - température;
 - pression
 - Actionneurs de soupape :
 - à diaphragme;
 - à piston;
 - électriques et électro-hydrauliques
 - Décrire les avantages et les limitations de différents types d'actionneurs de soupape.

- 1.2 Désassembler et assembler des boîtiers de soupapes de commande.
- 1.3 Établir la course de boîtiers de soupapes de commande.
- 1.4 Dimensionner et choisir des soupapes de commande pour différentes utilisations.
 - Expliquer la signification du terme Cv (coefficient de réglage du débit).

Numéro : S0377.2

Titre : Notions élémentaires des systèmes de commande

Durée : Heures totales : 30

Théorie : 15

Pratique : 15

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6429.01, 6429.02, 6429.03, 6429.04, 6429.05, 6429.06, 6429.07, 6429.08, 6429.09, 6429.10, 6429.11, 6429.12, 6429.13, 6429.14, 6429.15, 6429.16, 6429.17, 6429.18

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de câbler, de brancher et d'étalonner des systèmes de commande de marche/arrêt et des systèmes de régulation proportionnelle, intégrale et dérivée.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 2.1 Expliquer les principes des commandes de marche/arrêt et nommer les quatre éléments de base d'un système de commande.
 - Principes et limitations du contrôle des procédés
- 2.2 Reconnaître les éléments de base et les différentes utilisations des dispositifs de commande.
 - Reconnaître la terminologie du contrôle des procédés.
 - Nommer et connaître les différents types de dispositifs de commande.
 - Définir les modes de régulation proportionnelle, intégrale et dérivée

- 2.3 Décrire différentes options pour les dispositifs de commande.
 - Distinguer les procédures de réglage pour différents types de dispositifs de commande.
 - Reconnaître les indicateurs pour différents types de dispositifs de commande.
- 2.4 Définir et expliquer le principe de la régulation proportionnelle, intégrale et dérivée.
- 2.5 Expliquer les avantages et limitations de la régulation proportionnelle, intégrale et dérivée.
 - Principes et limitations du contrôle des procédés
- 2.6 Câbler, brancher et étalonner un système de commande de marche/arrêt.
- 2.7 Câbler, brancher et étalonner un système de régulation proportionnelle, intégrale et dérivée.

Numéro : S0377.3

Titre : Positionneurs de soupape

Durée : Heures totales 6

Théorie : 4

Pratique : 2

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6429.01, 6429.02, 6429.03

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable d'installer, d'étalonner et de dépanner divers types de positionneurs de soupape de commande conformément au cahier des charges et aux recommandations du fabricant.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 3.1 Reconnaître les différents types de positionneurs de soupape et leur utilité.
 - Décrire les caractéristiques des positionneurs de soupape.
 - Positionneurs pneumatiques
 - Positionneurs électriques
 - Positionneurs numériques intelligents
- 3.2 Expliquer les principes de fonctionnement des positionneurs de soupape.
 - Fonctionnement des positionneurs pneumatiques
 - Fonctionnement des positionneurs électriques
 - Fonctionnement des positionneurs numériques intelligents
- 3.3 Installer et étalonner divers types de positionneurs de soupape.
 - Déterminer les valeurs d'étalonnage des positionneurs utilisés en course fractionnée.

Numéro : S0377.4

Titre : Dépannage des soupapes de commande

Durée : Heures totales 6

Théorie : 2

Pratique : 4

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6429.08, 6429.09, 6429.10

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de corriger les problèmes de soupape de commande courants conformément aux recommandations du fabricant.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 4.1 Déterminer les problèmes de soupape de commande courants.
- 4.2 Exécuter les méthodes de dépannage en vue de diagnostiquer les problèmes de soupape de commande courants.

S0377 : Matériel Minimal Exigé

- Grande variété de soupapes de commande automatiques –
 - Pneumatiques à ressort et à diaphragme
 - Valve rotative pneumatique (de type papillon ou à bille)
 - Soupape de commande guidée par cage
 - Actionneurs à piston
 - Actionneurs à aubes
- Ensemble d'éléments internes et garnitures de soupapes
- Multimètre numérique, fil de connexion, jeu de douilles, clé à molette, clés à fourche, clés Allen, tournevis standard
- Indicateur à cadran
- Alimentation en air comprimé
- Étalonneur pneumatique
- Réducteur de pression
- Assortiment de positionneurs de soupape
- Assortiment de régulateurs PID électroniques autonomes

Numéro : **S0378**

Titre : **Commandes point à point**

Durée : Heures totales : 36

Théorie : 16 Pratique : 20

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Structure d'évaluation :

- Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique pertinente
- Examen final à la fin de la session
- Tests périodiques

Examen théorique 25 %
Exercices pratiques 45 %
Évaluation finale 30 %

Numéro : S0378.1

Titre : Introduction aux commandes point à point

Durée : Heures totales 6

Théorie : 6

Pratique : 0

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6431.05, 6431.06, 6431.07, 6431.08

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de décrire les dispositifs et circuits de commande point à point utilisés dans l'industrie des systèmes d'instrumentation et de contrôle.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 1.1 Définir les caractéristiques fondamentales des commandes de marche/arrêt point à point.
 - Dispositifs d'entrée tels que :
 - interrupteurs de fin de course et à lames;
 - sélecteurs;
 - relais de commande;
 - thermocontacteurs;
 - manocontacteurs;
 - contacteurs de niveau;
 - temporisateurs pneumatiques.
 - Dispositifs de sortie tels que :
 - démarreurs;
 - solénoïdes;
 - relais.
- 1.2 Reconnaître les dispositifs de commande de fin de course comme les alarmes haut-bas.

- 1.3 Décrire les circuits de synchronisation et de séquençage reliés à des dispositifs de commande pilotés :
- interrupteurs de fin de course et à lames;
 - sélecteurs;
 - relais de commande;
 - thermocontacteurs;
 - *manocontacteurs*;
 - contacteurs de niveau;
 - temporisateurs pneumatiques.
- 1.4 Interpréter les fiches techniques des fabricants.

Numéro : S0378.2

Titre : Schémas électriques des systèmes de commande

Durée : Heures totales : 10

Théorie : 10

Pratique : 0

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6423.01

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de lire, d'interpréter et de dessiner des schémas électriques de systèmes de commande pour les circuits électriques qui interagissent avec des moteurs électriques (monophasés et triphasés) et des électrovalves.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 2.1 Lire et interpréter des schémas électriques et de câblage associés à des opérations de commande complexes (synchronisation et séquençage).
- 2.2 Dessiner des schémas électriques et de câblage associés à des opérations de commande complexes (synchronisation et séquençage).

Numéro : S0378.3

Titre : Câblage des systèmes de commande point à point

Durée : Heures totales : 20

Théorie : 0

Pratique : 20

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6423.05, 6424.01, 6424.04, 6424.07, 6424.10, 6424.13

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable d'installer et de raccorder des systèmes de commande point à point à l'aide de différents dispositifs pilotés, démarreurs et moteurs.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 3.1 Installer et raccorder des circuits de synchronisation et de séquençage reliés à des dispositifs de commande pilotés comme :
 - des interrupteurs de fin de course et à lames;
 - des sélecteurs;
 - des relais de commande;
 - des thermocontacteurs;
 - des manocontacteurs;
 - des contacteurs de niveau;
 - des temporisateurs pneumatiques.
- 3.2 Installer et raccorder, conformément à la partie 2 du Code canadien de l'électricité, des composants de systèmes de commande point à point et des démarreurs de moteur manuels et magnétiques à pleine tension (réversibles et non réversibles).

S0378 : Matériel Minimal Exigé

- Tournevis standard et cruciforme, carte prototype, pinces à tranchant latéral, pinces à dénuder et fer à souder
- Multimètre numérique – pour mesurer la tension (c.c., c.a.) et l'intensité du courant c.c. (0 à 2 A) et c.a. (0 à 10 A)
- Bloc d'alimentation c.c. à tension variable – 0 à 40 V c.c.
- Assortiment de contacteurs marche/arrêt (de pression, de niveau, de température et de débit)
- Assortiment d'interrupteurs (unipolaires unidirectionnels, unipolaires bidirectionnels, bipolaires bidirectionnels)
- Commutateurs de proximité
- Assortiment de relais, contacteurs et solénoïdes
- Relais temporisé
- Alimentation en air, compresseur, filtre, dessiccateur d'air

Numéro : **S0379**

Titre : **Systèmes de commande informatisés**

Durée : Heures totales : 39

Théorie : 14 Pratique : 25

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Structure d'évaluation :

Examen théorique 20 %
Exercices pratiques 50 %
Évaluation finale 30 %

Numéro : S0379.1

Titre : Introduction aux systèmes de commande répartis (DCS), aux automates programmables (PLC) et aux systèmes d'acquisition et de contrôle des données (SCADA)

Durée : Heures totales : 6

Théorie : 4

Pratique : 2

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6431.01, 6431.02, 6431.03, 6431.04, 6431.05, 6431.06, 6431.07, 6431.08

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de mettre en pratique ses connaissances des systèmes de commande répartis (DCS), des automates programmables (PLC) et des systèmes d'acquisition et de contrôle des données (SCADA) et de leurs systèmes de communication.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

1.1 Définir les systèmes de commande suivants :

- systèmes de commande répartis (DCS);
- automates programmables (PLC);
- systèmes d'acquisition et de contrôle des données (SCADA).

1.2 Décrire l'architecture des systèmes de commande suivants :

- systèmes de commande répartis (DCS);
- automates programmables (PLC);
- systèmes d'acquisition et de contrôle des données (SCADA).

- 1.3 Expliquer le concept de l'adressage.
- 1.4 Expliquer le déroulement et les erreurs d'un programme.
- 1.5 Expliquer les tendances utilisées dans les systèmes de commande automatisés.
- 1.6 Dessiner le schéma fonctionnel d'un système DCS, PLC ou SCADA.
- 1.7 Déterminer et décrire les stratégies de communication entre ordinateurs et le matériel utilisé par les systèmes DCS et PLC.
 - Configurer un logiciel opérationnel pour un système DCS et un système PLC.

Numéro : S0379.2

Titre : Circuits électriques et diagrammes en escalier

Durée : Heures totales : 10

 Théorie : 4

 Pratique : 6

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes de formation (objectifs de rendement) : 6423.01, 6431.01, 6431.02, 6431.03, 6431.04, 6431.05, 6431.06, 6431.07, 6431.08

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable d'interpréter des circuits électriques et de concevoir, monter et essayer des systèmes de commande répartis (DCS) et des automates programmables (PLC) à partir de diagrammes en escalier.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 2.1 Lire et interpréter des diagrammes électriques en escalier.
- 2.2 Concevoir, construire et essayer des circuits électriques à partir de diagrammes en escalier.

Numéro : S0379.3
Titre : Configuration et programmation

Durée : Heures totales : 10
Théorie : 3
Pratique : 7

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes d'apprentissage (objectifs de rendement) : 6431.02, 6431.04, 6431.07

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de configurer et de programmer des systèmes de commande répartis (DCS) et des automates programmables (PLC) conformément à leurs caractéristiques de fonctionnement.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 3.1 Configurer et programmer des systèmes de commande point à point.
- 3.2 Programmer des fonctions logiques de base, des instructions de temporisation et des compteurs.
- 3.3 Sélectionner les modules d'entrée et de sortie appropriés pour une utilisation précise.
- 3.4 Télécharger des programmes entre des ordinateurs, des systèmes de commande répartis et des automates programmables.

Numéro : S0379.4

Titre : Dépannage des systèmes de commande

Durée : Heures totales : 10

Théorie : 2

Pratique : 8

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes d'apprentissage (objectifs de rendement) : 6423.09, 6431.02, 6431.04

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de dépanner des systèmes de commande répartis (DCS) et des automates programmables (PLC) conformément à leurs caractéristiques de fonctionnement.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 4.1 Déterminer les problèmes de commandes des systèmes de commande répartis (DCS) et des automates programmables (PLC).
- 4.2 Dépanner des systèmes DCS et PLC.

Numéro : S0379.5

Titre : Configuration de systèmes, interfaçage et communications

Durée : Heures totales 3

Théorie : 1

Pratique : 2

Préalables : Aucun

Cours associés : Aucun

Renvois aux normes d'apprentissage (objectifs de rendement) : 6431.02, 6431.04

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de diagnostiquer et de résoudre les problèmes de communication entre des systèmes de commande répartis (DCS) et des automates programmables (PLC) et de dépanner les systèmes de communication connexes.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

- 5.1 Établir la communication entre des ordinateurs, un système de commande répartis (DCS) et un automate programmable (PLC).
- 5.2 Établir la communication entre des postes de travail et plusieurs systèmes de commande répartis et automates programmables.
 - Expliquer le protocole TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) et son utilisation dans les systèmes informatisés.

S0379 : Matériel Minimal Exigé

- Automate programmable – avec un minimum de 6 entrées et de 4 sorties point à point
- Système de commande réparti – avec un minimum de 6 entrées et de 4 sorties point à point
- Multimètre numérique, fil de connexion
- Bloc d'alimentation c.c.
- Source d'alimentation c.a.
- Ordinateur personnel compatible avec logiciel pour automate programmable et carte réseau
- Assortiment de dispositifs d'entrée – interrupteurs manuels et automatiques
- Assortiment de dispositifs de sortie – lampes, moteurs, relais et solénoïdes
- Câbles de réseau, concentrateur ou routeur
- Cartes de communication pour automate programmable ou système de commande réparti (Ethernet, Profibus, Modbus, ControlNet, etc.)

Résumé du matériel recommandé pour le niveau II

S0375 : Matériel minimal exigé

- Assortiment de condensateurs, inducteurs, transformateurs et moteurs à c.a. et c.c.
- Multimètre numérique – pour mesurer la tension (c.c., c.a.) et l'intensité du courant en mA (c.c.) et en A (c.a.)
- Oscilloscope et sonde X10
- Bloc d'alimentation c.c. à tension variable – 0 à 40 V c.c.
- Source d'alimentation 120 V c.a.
- Résistances assorties
- Carte prototype – circuiterie
- Ampèremètre à pince
- Aimants permanents
- Fil de connexion
- Tournevis standard et cruciforme, pinces à tranchant latéral, pinces à dénuder et fer à souder

S0376 : Matériel minimal exigé

- Tubes en cuivre pour instruments, $\frac{1}{4}$ po
- Cintreuse à tubes, coupe-tube et alésoir à tubes
- Raccords pour tubes, raccords à compression et soupapes manuelles
- Tournevis standard et cruciformes, multimètre numérique, clé à molette, clés Allen, étalonneur de pression, appareil d'essai à contrepoids, étalonneur de courant, lunettes de sécurité, fil de connexion, pinces à tranchant latéral, pinces à dénuder, fer à souder
- Étalons de mesure de la pression – manomètres à tube incliné et en U, étalonneur de pression $\pm 0,25$ %, appareil d'essai à contrepoids et manomètres étalons
- Régulateur de pression
- Alimentation en air comprimé (2,5 pi³/min à 90 lb/po² minimum)
- Assortiment de manomètres – (0 à 100 lb/po² de pression manométrique, 30 po de Hg à vide à 30 lb/po² de pression manométrique, colonne d'eau en po ou en cm), tubes de Bourdon, manomètre Magnehelic
- Assortiment de pressostats – (0 à 100 lb/po² de pression manométrique)
- Assortiment d'émetteurs de pression (colonne d'eau de 25 à 250 po, 0 à 30 lb/po² de pression manométrique) 4 à 20 mA
- Assortiment de contacteurs de niveau
- Assortiment d'émetteurs de niveau
- Assortiment d'indicateurs de température (thermomètres en verre, détecteurs bilames, IR sans contact)
- Assortiment de capteurs de température
- Assortiment de thermocontacts
- Assortiment d'émetteurs de température
- Indicateurs de débit – rotamètres

- Assortiment de commutateurs de débit
- Assortiment de transmetteurs de débit (Bernoulli, débitmètre électromagnétique, volumétriques, etc.)
Bloc d'alimentation c.c. (minimum de 24 V c.c. à 100 mA)
- Tubes en acier et jeu de tarauds et blocs de matrice ($\frac{1}{4}$ po à 1 po), assortiment de raccords de tubes
- Étalonneurs d'instrumentation (courant, millivolts, pression)
- Oscilloscopes
- Compteurs de fréquence
- Générateurs de fonction
- Multimètre numérique – pour mesurer la tension (c.c., c.a.) et l'intensité du courant en mA (c.c.) et en A (c.a.)
- Bloc d'alimentation c.c. à tension variable – 0 à 40 V c.c.
- Assortiment d'analyseurs (pH/rH, turbidité, conductivité, DO, etc.)

S0377 : Matériel minimal exigé

- Grande variété de soupapes de commande automatiques –
 - Pneumatiques à ressort et à diaphragme
 - Valve rotative pneumatique (de type papillon ou à bille)
 - Soupape de commande guidée par cage
 - Actionneurs à piston
 - Actionneurs à aubes
- Ensemble d'éléments internes et garnitures de soupapes
- Multimètre numérique, fil de connexion, jeu de douilles, clé à molette, clés à fourche, clés Allen, tournevis standard
- Indicateur à cadran
- Alimentation en air comprimé
- Étalonneur pneumatique
- Réducteur de pression
- Assortiment de positionneurs de soupape
- Assortiment de régulateurs PID électroniques autonomes

S0378 : Matériel minimal exigé

- Tournevis standard et cruciforme, carte prototype, pinces à tranchant latéral, pinces à dénuder et fer à souder
- Multimètre numérique – pour mesurer la tension (c.c., c.a.) et l'intensité du courant c.c. (0 à 2 A) et c.a. (0 à 10 A)
- Bloc d'alimentation c.c. à tension variable – 0 à 40 V c.c.
- Assortiment de contacteurs marche/arrêt (de pression, de niveau, de température et de débit)
- Assortiment d'interrupteurs (unipolaires unidirectionnels, unipolaires bidirectionnels, bipolaires bidirectionnels)
- Commutateurs de proximité

- Assortiment de relais, contacteurs et solénoïdes
- Relais temporisé
- Alimentation en air, compresseur, filtre, dessiccateur d'air

S0379 : Matériel minimal exigé

- Automate programmable – avec un minimum de 6 entrées et de 4 sorties point à point
- Système de commande réparti – avec un minimum de 6 entrées et de 4 sorties point à point
- Multimètre numérique, fil de connexion
- Bloc d'alimentation c.c.
- Source d'alimentation c.a.
- Ordinateur personnel compatible avec logiciel pour automate programmable et carte réseau
- Assortiment de dispositifs d'entrée – interrupteurs manuels et automatiques
- Assortiment de dispositifs de sortie – lampes, moteurs, relais et solénoïdes
- Câbles de réseau, concentrateur ou routeur
- Cartes de communication pour automate programmable ou système de commande réparti (Ethernet, Profibus, Modbus, ControlNet, etc.)



